

PLASTIK RAMAH LINGKUNGAN (PHOTODEGRADASI) DARI KOPOLIMERISASI TEMPEL LDPE/TAPIOKA DENGAN MALEAT ANHIDRAT

(ENVIRONMENTALLY FRIENDLY (PHOTODEGRADABLE) PLASTIC FROM COPOLYMERIZED LDPE/TAPIOKA WITH MALEIC ANHYDRIDE)

Nursamsi Sarengat ¹⁾

Email: Nursamsi_51@gmail.com

Diterima: 10 Mei 2011

Disetujui: 4 Oktober 2011

ABSTRACT

Environmentally friendly plastic is needed at the present time, especially with the increasing environmental burden due to increased number of plastic waste. One attempt to overcome this problem is by manufacturing type of plastics that can be destroyed by ultraviolet light. The purpose of this research was to observe the effect of the tapioca starch to the grafting process LDPE/tapioca poliblend to the photodegradation. Properties LDPE/tapioca composition were varied in succession: 80/20; 75/25; 70/30; 65/35 and 60/40 phr. The mixing process was done in Rheocord (Haake 90) at a temperature of 170 °C, at 40 rpm rotation speed for 6 minutes. Photodegradation process was conducted by exposing the LDPE/tapioca to ultra violet rays for 40 days continuously and observing it every 10 days. Morphology properties were observed by using Scanning Electron Microscopy (SEM) and Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) performed before and after photo degradation. The results showed that after photo degradation there was 1.53 % decline in weight, tensile strength decreased by 44.57 % and 80.13 % of elongation at break these . Based on data from IR spectroscopy, functional groups were changed before and after photo degradation. The test results from SEM test showed that after photo degradation there were signs of degradation at the poliblend surface.

Keywords: Low Density polyethylene (LDPE), tapioca, maleic anhidride, photodegradation

ABSTRAK

Plastik ramah lingkungan sangat diharapkan pada masa kini terlebih dengan meningkatnya beban lingkungan karena sampah plastik. Salah satu usaha untuk mengatasi hal ini adalah pembuatan plastik yang dapat hancur karena sinar ultra violet. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan pati tapioka pada proses *grafting* polipaduan LDPE/tapioka terhadap sifat photodegradasi. LDPE/tapioka divariasi berturut-turut: 80/20; 75/25; 70/30; 65/35 dan 60/40 phr. Proses pencampuran dilakukan dalam *Rheocord* (*Haake 90*) pada suhu 170 °C, kecepatan putar 40 rpm selama 6 menit. Photodegradasi dengan sinar ultra violet dilakukan selama 40 hari waktu pengamatan setiap 10 hari. Uji morfologi *Scanning Electron Micoscopy* (SEM) dan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dilakukan sebelum dan sesudah photodegradasi. Hasil penelitan menunjukkan bahwa sesudah photodegradasi terjadi penurunan berat 1,53 %, penurunan kuat tarik 44,57 % dan kemuluran 80,13 %. Berdasarkan data spektroskopi IR, terjadi perubahan gugus fungsional sebelum dan sesudah photodegradasi. Hasil uji SEM sesudah photodegradasi menunjukkan permukaan polipaduan terjadi degradasi yang cukup banyak.

Kata kunci: Low Density Polyethylene (LDPE), tapioka, maleat anhidrat, photodegradasi

¹⁾ Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik, Yogyakarta

PENDAHULUAN

Plastik merupakan bagian dari kehidupan manusia pada masa kini, dan bermacam-macam plastik sintetis telah ditemukan dan digunakan sesuai kebutuhan manusia antara lain: alat rumah tangga, tas belanja, elektronik sampai dengan untuk komponen automotif. Namun dampak penggunaan plastik sintetis ini cukup besar jika tidak bisa terdegradasi oleh mikrobia, sehingga sangat sulit diurai dalam tanah. Salah satu usaha untuk mengatasi adalah perlunya pembuatan plastik ramah lingkungan. Saat ini plastik ramah lingkungan sangat diharapkan terlebih dengan makin meningkatnya beban lingkungan karena sampah. Inovasi penemuan plastik yang dapat terdegradasi oleh sinar ultra violet dari campuran LDPE, pati jagung dan mangan stearat dilaporkan oleh (Erlandsson, B., *et.al*, 2008). Perkembangan selanjutnya plastik yang hancur oleh proses photo degradasi dan biodegradasi (Ratanakamnuan, U. Dan Duangdao Aht-Ong, 2006) dapat dibuat dari campuran LDPE, pati pisang, benzophenone dan kompatibiliser maleat anhidrat. Gupta, A.P., dkk (2010) melaporkan bahwa pengemas plastik yang bersifat biodegradasi dapat dibuat dari *grafting* LDPE dan *potato starch* dan kompatibiliser maleat anhidrat. Plastik photodegradasi adalah plastik yang dapat terdekomposisi akibat sinar matahari. Proses photodegradasi berlangsung secara kimiawi, yaitu sinar akan menembus molekul-molekul plastik yang berakibat pada terjadinya kerusakan molekul. Sinar akan melokalisasi beberapa elektron membentuk ikatan rangkap. Apabila ikatan rangkap pecah maka molekul akan hancur, berakibat plastik akan terdekomposisi. Beberapa polimer plastik yang mempunyai ketahanan terhadap sinar matahari rendah yaitu: Polietilen, polipropilen, polivinilklorida, poli-metilakrilat, poliamides dan polistiren. Sinar ultraviolet (UV) merupakan sinar yang paling efektif dalam proses degradasi plastik (Anonim, 2006). Polimer sintetis maupun alami akan menyerap radiasi sinar ultra violet dan terjadi proses photolytic, photooxidative dan thermo oksidasi yang berakibat terjadinya proses degradasi (Rabek, J.F., 1995). Plastik ramah lingkungan dibuat dengan cara penempelan pati pada polietilena (PE). Salah

satu metode yang telah dikembangkan adalah dengan cara penempelan maleat anhidrat (MAH) pada rantai molekul PE melalui proses kopolimerisasi tempel (*grafting*). Molekul baru inilah yang dicampur dengan pati dan menjadi polimer ramah lingkungan.

Polietilen merupakan polimer yang sangat kristal dan mempunyai sifat hydrophob tinggi dengan energi permukaan rendah, serta terbatasnya situs aktif yang ada pada permukaan polietilen akibatnya dapat membatasi dalam pemanfaatannya. Polimer polietilen merupakan bahan yang banyak digunakan untuk pembuatan komposit, namun dalam pembuatannya tidak diperoleh hasil yang homogen karena perbedaan polaritas antara polimer dan bahan pengisi. Untuk meningkatkan interaksi antara bahan pengisi dengan matriks polimer telah dilakukan beberapa cara salah satunya dengan menambahkan senyawa penghubung (*coupling agent*) sehingga meningkatkan sifat antar muka dan adhesi bahan pengisi dengan matriks polimer (Iwan Pranata Sitepu, 2009). Penambahan tapioka kedalam plastik diharapkan akan terjadi proses degradasi yang diawali dengan proses biologi dilanjutkan dengan fotodegradasi dan terakhir biodegradasi. Ada 2 type fotodegradasi polimer:

1. Fotodegradasi langsung, jika makromolekul menyerap sinar langsung. Kemudian terbentuk radikal bebas.
2. Fotodegradasi dipicu oleh sensitizer, degradasi makromolekul dimulai oleh pembentukan radikal bebas, photo dekomposisi dan photo inisiator (sensitizer) terjadi pada makromolekul berat molekul rendah (Andrady, A.L.*et.al*, 1998).

Penelitian ini mempelajari pengaruh penambahan tapioka terhadap sifat photodegradasi campuran LDPE dan tapioka.

MATERI DAN METODE

Bahan penelitian

Bahan penelitian terdiri dari: *Low Density Polyethylene* (LDPE) bentuk pellet merk Asrene UI 2650 dan bahan pembantu seperti tapioka yang diperoleh dari pasaran di Yogyakarta dengan ukuran 10 μ m, maleat

anhidrat, asam stearat, gliserol dan *dycumyl peroxide* (DCP) merk *Aldrich Chemical Company Inc.*

Alat Penelitian

Alat penelitian terdiri atas neraca analitis (Sartorius tipe BP 4100, kapasitas 200 gram, *Rheocord* (*Haake 90*), mesin Pencacah/*grinder*, *Hydraulic press* (*Toyoseiki*, A 652200500), *tensile strength tester* (*Kao Tieh*, model KT 7010 A, seri 70287, kapasitas 500 kg), *Scanning Electron Microscopy* (SEM) (*Jeoul*), *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) (*Shimadzu*) dan lampu ultra violet neon 20 watt.

Metode Penelitian

Rancangan Penelitian

Pembuatan plastik yang dapat hancur oleh sinar ultraviolet dari campuran LDPE dan tapioka, faktor-faktor yang dipelajari adalah perbandingan LDPE/tapioka berturut-turut: 80/20; 75/25; 70/30; 65/35 dan 60/40 phr sedangkan kompatibiliser maleat anhidrat jumlahnya dibuat tetap yaitu 4 phr. Formulasi pembuatan plastik ramah lingkungan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi bend LDPE-pati

Bahan	Jumlah bahan				
	F1	F2	F3	F4	F5
LDPE	80	75	70	65	60
Pati	20	25	30	35	40
Maleat anhidrat	4	4	4	4	4
Asam stearat	5	5	5	5	5
DCP	2	2	2	2	2
Gliserol	5	5	5	5	5

Proses pencampuran bahan dilakukan dalam laboplastomill, dengan terlebih dahulu mencampur pati, asam stearat, DCP dan gliserol menggunakan internal mixer. LDPE dimasukkan kedalam hopper sambil ditambah maleat anhidrat. Grafik dilayar monitor diamati hingga energi putar menunjukkan konstan. Bila torsi sudah stabil campuran tapioka, asam stearat, DCP dan gliserol dimasukkan kedalam hopper. Amati torsi hingga stabil, kompon plastik yang sudah

homogen dikeluarkan dari laboplastomil. Kompon plastik diambil dan dikeringkan pada suhu kamar, selanjutnya dimasukkan kedalam alat pencacah (*grinder*). Serpihan-serpihan kompon plastik dimasukkan alat *pelletizing* untuk dibuat butiran berbentuk pellet. Pellet plastik dipress dengan alat *hydraulic press* pada suhu 170 °C dan tekanan 150 kg/cm² selama 6 menit. Hasil dalam bentuk lembaran selanjutnya dipotong sesuai kebutuhan pengujian fisis, SEM dan FTIR.

Pengujian

Pengujian terhadap kompon campuran

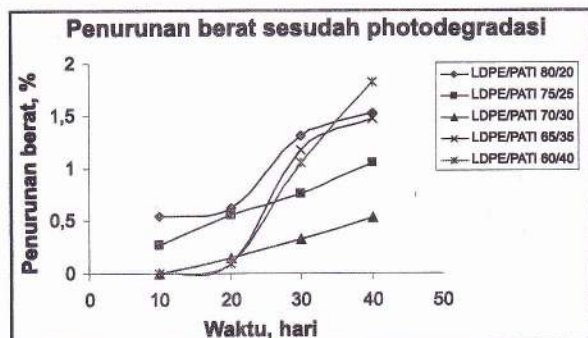
LDPE dan tapioka dilakukan terhadap sifat kuat tarik dan kemuluran, SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan (*Fourier Transform Infrad Spectrophotometry*) FTIR pada kondisi awal dan setelah perlakuan photodegradasi dengan sinar ultraviolet. Photodegradasi dilakukan dengan sinar ultra violet 20 watt.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh waktu penyinaran terhadap perubahan berat campuran LDPE dan tapioka.

Fotodegradasi dilakukan dengan menggunakan sinar ultra violet 20 watt dengan jarak sampel 30 cm. Lama penyinaran adalah 40 hari dengan periode pengamatan setiap 10 hari.

Hasil penelitian (Gambar 3) menunjukkan bahwa waktu penyinaran sangat berpengaruh terhadap perubahan berat dari campuran LDPE dan tapioka. Makin lama waktu penyinaran prosentase penurunan berat akan makin tinggi hal ini terjadi pada semua sampel hasil penelitian. Penurunan berat tertinggi terjadi setelah penyinaran selama 40 hari dialami oleh campuran LDPE/pati 60/40 yaitu sebesar 1,83 %. Berkurangnya berat diakibatkan oleh terjadinya degradasi secara random. Berat molekul akan turun secara cepat dengan berlangsungnya degradasi random. Pada degradasi random terjadi penghancuran atau pemotongan rantai pada titik-titik secara acak sepanjang rantai, meninggalkan fragmen yang biasanya lebih besar dibanding unit monomernya. Molekul akan direduksi menjadi monomer yang lepas, dan berakibat pada penurunan berat sampel.



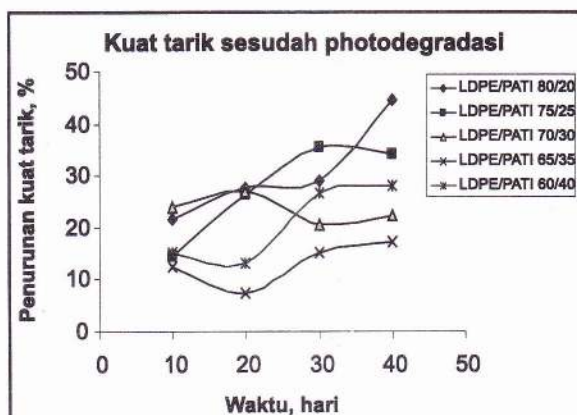
Gambar 3. Penurunan berat selama penyinaran dengan UV

Pengaruh waktu penyinaran terhadap perubahan kuat tarik dan kemuluran campuran LDPE dan pati

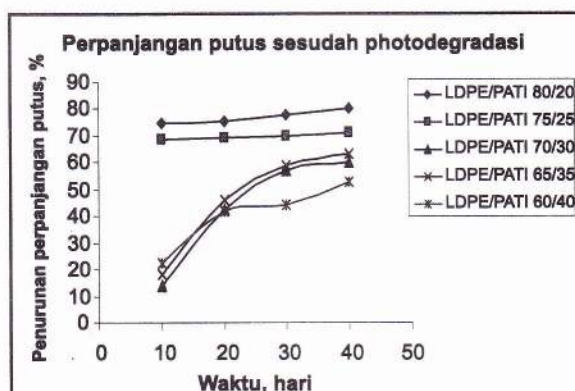
Uji kuat tarik dan kemuluran campuran LDPE/pati sesudah penyinaran dengan sinar ultra violet dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kerapuhan plastik akibat sinar ultra violet. Hasil uji penurunan kuat tarik dan kemuluran sesudah penyinaran dengan sinar ultra violet disajikan dalam gambar 4 dan 5.

Gambar 4 dan 5 menunjukkan bahwa waktu penyinaran sangat berpengaruh terhadap sifat kuat tarik dan kemuluran. Makin lama waktu penyinaran kuat tarik dan kemuluran sampel makin turun. Hal ini disebabkan makin lama waktu penyinaran dengan sinar ultra violet menyebabkan terbentuknya radikal, pelepasan hidrogen dan akhirnya pemutusan rantai. Gugus-gugus radikal membentuk ikatan silang yang menyebabkan terjadinya pembentukan gel sehingga kristalinitas polimer menurun, akibatnya polimer menjadi kaku dan rapuh. Penurunan kuat tarik dan kemuluran tertinggi selama 40 hari dicapai campuran LDPE/tapioka 80/20 yaitu sebesar 44,57 % dan 80,13 %. Hal ini sesuai pendapat dari (Andrady, A.L., *et al* 1998) yang mengatakan bahwa radiasi sinar ultra violet mengandung ozon terbukti menurunkan kekuatan tarik massa. Makin banyak jumlah ozon yang berada di lokasi campuran LDPE dan tapioka maka kerusakan bahan makin besar terjadi. Menurut (Flavia G.D.F. Dkk, 2009) campuran LDPE/tapioka setelah menerima paparan radiasi sinar ultra violet akan terjadi perubahan struktur kimia dimana terbentuk gugus polimer baru yaitu carbonyl dan vinyl.

Kedua gugus fungsi tersebut daerah amorph dari suatu bahan, dan menjadi penyebab penurunan sifat fisis campuran LDPE/tapioka.



Gambar 4. Penurunan kuat tarik sesudah photodegradasi.



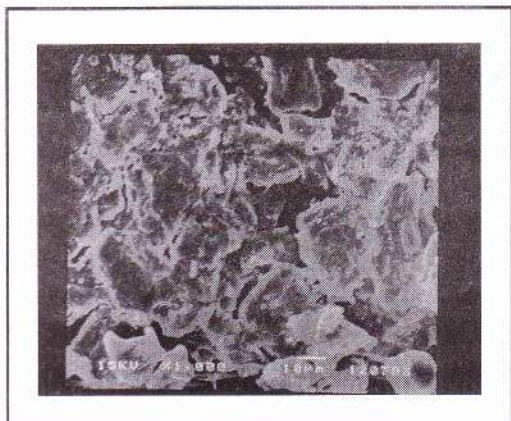
Gambar 5. Penurunan kemuluran sesudah photodegradasi

Scanning Electron Microscopy (SEM)

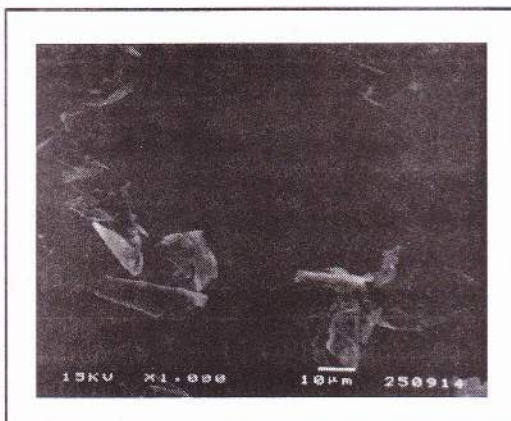
SEM microphotograph permukaan LDPE sebelum dan sesudah penyinaran dengan sinar ultra violet disajikan pada Gambar 6 dan 7.

Sedangkan untuk SEM micrograph LDPE/tapioka disajikan pada Gambar 8 dan 9. Pengamatan SEM sesudah penyinaran dengan UV pada perbesaran 1000 kali tampak bahwa sampel LDPE murni tidak terdegradasi, tanpa retak baik sebelum maupun sesudah penyinaran, sedangkan untuk campuran LDPE /tapioka tampak kerusakan permukaan campuran sebelum dan sesudah penyinaran. Permukaan polipaduan sesudah penyinaran dengan sinar ultra violet terjadi kerapuhan dan

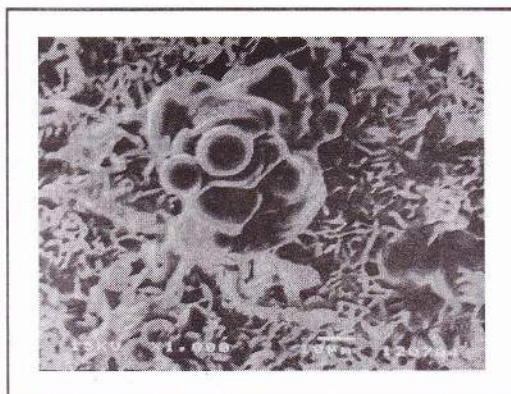
tapioka tampak keluar. Hal ini membuktikan bahwa kuat tarik dan fibrilitas campuran berkurang yang menyebabkan kemuluran turun secara nyata.



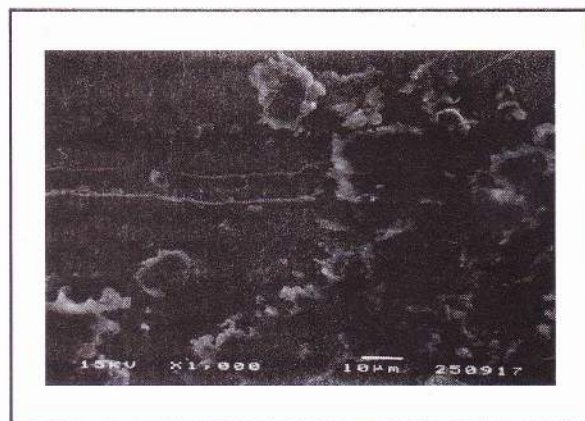
Gambar 6. SEM LDPE sebelum penyinaran dengan sinar ultra violet



Gambar 7. SEM LDPE sesudah penyinaran dengan sinar ultra violet



Gambar 8. SEM LDPE/tapioka 80/20 sebelum penyinaran dengan sinar ultra violet



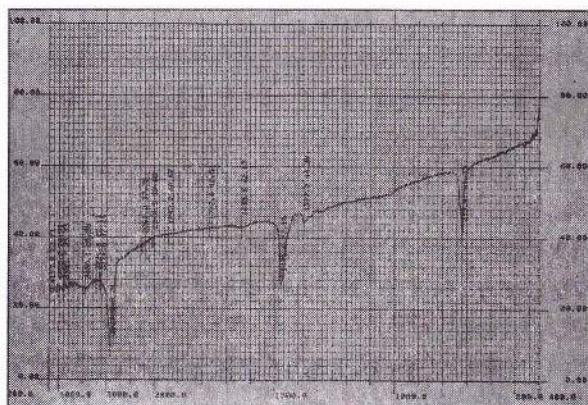
Gambar 9. SEM LDPE/Pati 80/20 sesudah penyinaran dengan sinar UV

Karakteristik polipaduan LDPE/tapioka dengan *Fourier Transformed Infrared Spectroscopy* (FTIR)

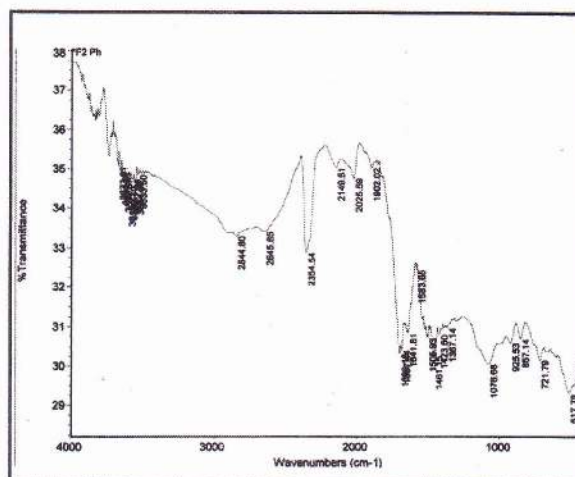
Hasil uji FTIR campuran sesudah penyinaran disajikan dalam Gambar 10, 11 dan 12. Gambar 11 adalah hasil uji FTIR LDPE murni sesudah penyinaran, dan hasil uji menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan gugus fungsi sebelum dan sesudah penyinaran dengan sinar ultra violet.

Grafik FTIR LDPE sebelum dan sesudah penyinaran dengan sinar ultra violet terjadi gugus-gugus fungsi antara lain: pada panjang gelombang $2931,9\text{ cm}^{-1}$ terjadi gugus fungsi CH_2 dan pada panjang gelombang $1471,6\text{ cm}^{-1}$ terjadi gugus fungsi C-H.

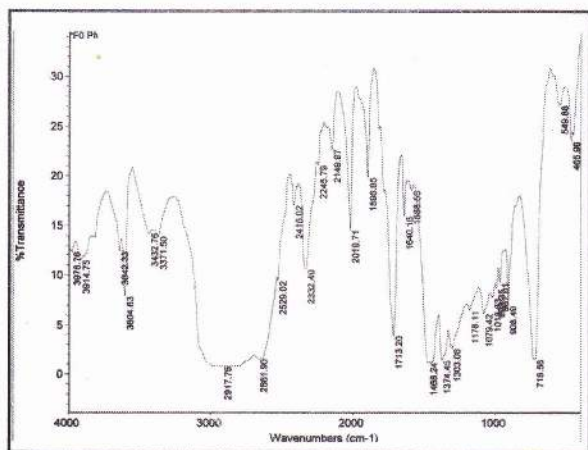
Sedangkan bila dilihat dari hasil uji FTIR polipaduan dengan komposisi LDPE/Pati 80/20 sebelum dan sesudah penyinaran yang disajikan dalam gambar 12 dan 13. Photodegradasi dapat menyebabkan perubahan struktur polimer, yaitu gugus fungsi hydroxyl (O-H) pada panjang gelombang $3978,76\text{ cm}^{-1}$ gugus fungsi CH_2 pada panjang gelombang $2917,75\text{ cm}^{-1}$, gugus fungsi carbonyl (C=O) pada panjang gelombang $1713,20\text{ cm}^{-1}$, gugus fungsi C-H pada panjang gelombang $1468,24$ dan gugus fungsi H-C-H pada panjang gelombang $718,58\text{ cm}^{-1}$. Hal ini sesuai pendapat dari Flavia G. D. F., (2009) dalam penelitiannya tentang evaluasi dari photodegradasi LDPE /modified starch yang menyimpulkan bahwa sesudah photodegradasi akan terjadi gugus *carbonyl*, *hydroxyl* dan *vinyl*.



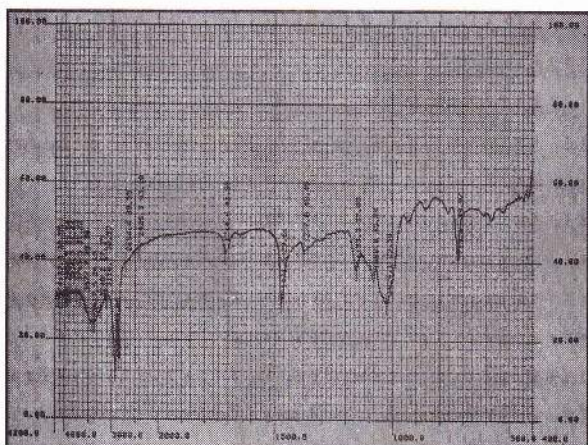
Gambar 10. grafik FTIR LDPE sebelum penyinaran dengan sinar UV



Gambar 13. grafik FTIR LDPE/tapi 80/20 sesudah penyinaran dengan sinar UV



Gambar 11. grafik FTIR LDPE sesudah penyinaran dengan sinar UV



Gambar 12. grafik FTIR LDPE/tapi 80/20

KESIMPULAN

1. Peningkatan jumlah radiasi sinar ultraviolet menyebabkan sifat fisika dan berat polipaduan LDPE/tapioka turun.
2. Setelah penyinaran selama 40 hari terjadi penurunan berat sebesar 1,53 %, penurunan kuat tarik 44,57 % dan kemuluran 80,13 %.
3. Hasil analisa *Scanning Electron Mycroscopy* permukaan polipaduan LDPE/tapioka sesudah penyinaran dengan sinar ultra violet tampak rapuh dan tapioka keluar.
4. Analisa *Fourier Transformed Infrared Spectroscopy* (FTIR) menunjukkan terjadinya gugus fungsi baru setelah photodegradasi yaitu gugus fungsi *carbonyl* ($C=O$), *vinyl* ($CH_2=CH_2$) dan *hydroxyl* (OH)

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2006. *Photodegradable Plastic from Environmental Encyclopedia*. Thomso Gale, a part of the Thomson Corporation, All rights reserved.
- Andrady, A.L., Hamid. S.H., Hu,X., Torikai, A.,1998. *Effect of Increased Solar Ultraviolet Radiation on Materials*. Journal of Photochemistry and Photobiology 96-103.

- Darwin Y Nasution dan Erman Munir. 2008. *Pembuatan Poliblend Degradabel Menggunakan Teknik Pengolahan Reaktif Poliolefin dan Serat Limbah Kelapa Swawit*. Jurusan Kimia Universitas Sumatera Utara.
- Erlanddsson, B., Karlsson, S., And Ann-Christine, A., 1997. *The Mode of Action of Corn Starch and a Pro-oxidant system in LDPE: influence of Thermo-oxidation and UV-irradiation on Molecular Weight Changes*. Journal Polymer Degradation and Stability Vol 55, Issue 2, pages 237-245.
- Flavia G. D. Ferreira, Maria A.G.A.Lime, Yeda M, B. Almeida and Giorgia M. Vinhas. 2009. *Evaluation of Photodegradation in LDPE/modified starch blends*. Journal. Polimeros vol. 19 no. 4 Sao Carlos ISSN 0104-1428.
- Gupta, A, P., Vijai Kumat dan Manjari Sharma. 2010. *Formulation and Characterization of Biodegradable Packaging Film Derived from Potato Starch & LDPE Grafted with Maleic Anhydride-LDPE Composition*. Journal Poymer Environmental, Vol 18.
- Iwan Pranata Sitepu. 2009. *Pengaruh konsentrasi maleat anhidrat terhadap derajat grafting maleat anhidrat pada HDPE dengan inisiator Benzoil Peroksida*. Laporan Desertasi Doktor, Univeritas Sumatera Utara Respo.
- Rabek J, F., 1995. *Polymer Photodegradation*. Chapman and Hall. London
- Ratanakamnuan, R. dan Duangdao Aht-On. 2006. *Photobiodegradation of Low-density polyethylene/Banana Starch Films*. Journal of Applied Polymer Science, Vol 100, Issues 4, pages 2725-2735.